

*Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación
Córdoba, 9-11 noviembre, 2005
El Reto de la Agricultura, el Medio Ambiente, la Energía y la Nueva Política Agraria Común:485-492*

Comportamiento del laboreo de conservación en agrosistemas de cereales en dos suelos de textura diferente

CARLOS LACASTA DUTOIT

CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental “La Higuera”. 45530 Santa Olalla. Toledo. España. E-mail: csic@infonegocio.com

RAMÓN MECO MURILLO

Servicio de Investigación Agraria, de la Consejería de Agricultura de Castilla La Mancha. C/ Pintor Matías Moreno, 4, 45071 Toledo. E-mail: ramonmeco@jccm.es.

Resumen

La textura de los suelos, originan estructuras diferentes en cuanto a porosidad y agregación, que dan lugar a posibles problemas de: endurecimiento, aireación, capacidad de retención hídrica, permeabilidad, etc. En las técnicas de no laboreo, al no intervenir físicamente en el suelo, puede ocurrir que algunos de estos problemas se expresen con mayor intensidad. Para ello se eligieron dos suelos de textura muy diferente en superficie, uno arcilloso (vertisol) y otro franco arenoso (luvisol); con características químicas similares, donde se comparó, durante 18 años, el laboreo convencional (vertedera) y el laboreo de conservación (no laboreo) y en un monocultivo de cebada.

Los resultados indican como los suelos interpretan las condiciones meteorológicas de forma diferente, dándose diferencias significativas por efecto suelo en 10 de los 18 años. Se concluye que las producciones de cebada en monocultivo no varían de forma importante en función del suelo y de las labores en series largas de años, pero las diferencias por años pueden ser grandes por la diferente forma de gestionar las precipitaciones, llegando incluso a triplicar las producciones en función del suelo o la labor. El efecto beneficioso del laboreo de conservación es independiente que el suelo sea arcilloso o franco arenoso, las diferencias se producen en la materia orgánica que aumenta más en el suelo arcilloso y en cambio, en el suelo franco arenoso aumenta más el fósforo.

Palabras clave: vertedera, monocultivo, no laboreo, productividad, propiedades químicas.

Introducción

La textura de los suelos, originan estructuras diferentes en cuanto a porosidad y agregación, que dan lugar a posibles problemas de: endurecimiento, aireación, capacidad de retención

hídrica, permeabilidad, etc. En las técnicas de no laboreo, al no intervenir físicamente en el suelo, puede ocurrir que algunos de estos problemas se expresen con mayor intensidad.

El agua es el factor que más limita la producción en los sistemas agrícolas de secano de España. La distribución de las lluvias es irregular y poco favorable al mantenimiento de un balance hídrico adecuado. El éxito de los secanos de los ambientes mediterráneos depende en gran medida de la capacidad del suelo para almacenar agua.

En general pueda afirmarse que si bien la capacidad de un suelo para almacenar agua está dominada por las texturas, su capacidad para conducirla depende en gran medida de la estructura. Por otra parte la disponibilidad de agua para el cultivo depende además de la profundidad de enraizamiento y del grado de proliferación del sistema radicular a diferentes niveles en el perfil de suelo. Para que las raíces crezcan y realicen sin dificultad sus funciones, necesitan que el suelo este suficientemente aireado (Berenjena, 1997).

El laboreo mejora la aireación y por tanto la penetración de las raíces, aumenta así el volumen de suelo colonizado y concretamente la cantidad de agua a disposición del cultivo, pero este aumento de aire en el suelo, también facilita la oxidación de la materia orgánica.

El no laboreo del suelo, aumenta la agregación y por tanto su capacidad de acumular agua, se mantiene más húmedo y facilita la penetrabilidad. Este efecto según diferentes autores se multiplica con el paso del tiempo a medida que las lombrices de tierra y las sucesivas generaciones de raíces van abriendo nuevas vías de penetración.

El suelo arenoso frente al arcilloso tiene menor capacidad de retención hídrica, pero en cambio tiene mayor capacidad de infiltración y está más aireado.

En este trabajo se estudia el comportamiento de dos suelos de textura diferente y con manejos opuestos como son la labor de vertedera y el no laboreo durante 18 años de experimentación.

Materiales y Métodos

El experimento se ha realizado en la Finca Experimental “La Higuera” Santa Olalla, Toledo, España, perteneciente al Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Los suelos donde se han desarrollado el experimento, tienen ambos alrededor de 1% de materia orgánica, pH alrededor de 7 y tienen valores medios de fósforo y potasio. Otras características:

Vertisol, suelos profundos, de más de 1 m de profundidad, arcillosos (28 % de arena, 31% de limo y 41% de arcilla), estructura estable, estructura estable y con gran capacidad de retención de agua, 130 l/m², y los mecanismos de expansión y contracción supera las posibles consecuencias de la suela de labor.

Luvisol, suelos con horizontes muy diferenciados. En el horizonte A (0-20 cm), superior de lavado, de textura franco-arenosas (69% de arena, 14% de limo y 17% de arcilla). El B (20-60cm), es de acumulación de arcilla (rojo). El C (60-90 cm), es de acumulación de carbonato cálcico (blanco) y el horizonte R (> 90 cm), arcosas que es el material sobre el que se ha formado este suelo.

El diseño experimental es de bloques al azar con dos variables de laboreo (vertedera y no laboreo) y tres repeticiones y en los dos suelos (vertisol y luvisol), El total de parcelas por suelo es de 6 de 80 x 8,5 m cada una. El tratamiento de vertedera consiste en una labor de vertedera de 25 cm de profundidad y de dos pases de cultivador, El tratamiento de no-laboreo consiste en el uso de un herbicida de contacto no residual y siembra directa. Todos los tratamientos se sometieron al mismo manejo de cultivo, se utilizaron las mismas dosis y productos para la siembra (130 kg/ha), fertilización (80-60-30) y control de malas hierbas. La variedad fue Cebada cv Reinette. Para el estudio de las propiedades químicas, se tomaron muestras de suelo de los primeros 20 cm, antes de iniciar todos los trabajos previos a la siembra de 2003 (septiembre), y se determinaron: pH (método Coleman), materia orgánica (método Walkley y Black), Carbonato

cálcico (Método Bernard), nitrógeno total (método Kjeldahl), potasio (método Jackson) fósforo (método de Burriel y Hernando).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de la varianza y las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$.

Dentro de la meteorología habría que destacar la distribución aleatoria de las lluvias, que hace que cada año se den condiciones experimentales diferentes. Las precipitaciones han estado comprendidas entre los 275 mm del año 94-95 y los 649 mm del año 00-01.

Resultados

De los 17 años estudiados 10 muestran diferencias significativas, en función del tipo de suelo (Tabla 1), poniendo de manifiesto cómo los suelos interpretan las condiciones ambientales de forma distinta, produciendo respuestas diferentes en los cultivos. Esto no quiere decir que un suelo sea más productivo que el otro, ya que las medias son prácticamente iguales, pero las producciones por año pueden ser el doble en un suelo con respecto a otro aunque el resto de las demás condiciones experimentales sean las mismas.

Tabla 1. Producción en kg/ha de cebada en monocultivo en dos suelos

AÑOS	Suelo franco-arenoso		Suelo arcilloso		Efecto suelo
	Vertedera	No Laboreo	Vertedera	No Laboreo	
86-87	3047a	3148a	2528b	2602b	***
87-88	3600a	3233a	1840b	1650b	***
88-89	1852a	1750a	1186b	674c	***
89-90	1610b	1222b	2608a	2275a	(-)**
90-91	Granizo	Granizo			
91-92	396a	450a	132b	242b	***
92-93	290b	684a	247b	457ab	ns
93-94	1487b	1559b	3807a	3390a	(-)**
94-95	57b	309a	80b	168b	ns
95-96	2026ab	1847b	2644a	2178ab	ns
96-97	161b	311b	2392a	667b	(-)**
97-98	1588a	2380a	1693a	1663a	ns
98-99	675c	2034a	392c	1098b	**
99-00	3403a	3141a	2806a	3215a	ns
00-01	307bc	136c	353b	696a	(-)**
01-02	2738b	4006a	3486b	3040b	ns
02-03	1922a	1229b	915bc	458c	***
03-04	1901a	1793a	894b	1840a	ns
MEDIA	1592	1720	1647	1548	
%	102	111	106	100	

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$, test Tukey). Los valores en negrita son los más altos del año. ns: no significativo, (**) significativo $P < 0,05$; (***) significativo $P < 0,01$, (-) la significación ha sido para el suelo arcilloso.

Cuando contrastamos los resultados con los datos climáticos, comprobamos que los años con inviernos lluviosos (89-90, 93-94, 95-96, 96-97 y 00-01), es en los suelos arcillosos donde se obtienen los mejores resultados de producción debido a su mayor capacidad de retención de agua y estructura estable, lo que les permite superar los posibles déficit hídricos tempranos de primavera, y además no sufren tanto, los efectos de apelmazamiento debidos a un exceso de precipitaciones. En los suelos franco-arenosos se obtienen los mejores resultados de producción con primaveras lluviosas (86-87, 87-88, 99-00 y 01-02) ya que el intercambio hídrico suelo-planta es mucho más fácil. Este mejor intercambio hídrico permite a estos suelos franco-arenosos, responder mejor que los arcillosos cuando se presentan años con inviernos secos (88-89, 91-92, 92-93, 94-95 y 98-99).

Se observa también como las labores afectan de forma diferente en función del suelo al monocultivo de cereal. En los suelos franco arenosos el no laboreo obtiene un 9% más de producción y en el suelo arcilloso ocurre al contrario es el suelo sometido a un arado de vertedera el que obtiene un 6% más. Las labores en un monocultivo de cereal y en el suelo arcilloso cumple la función de aireación a falta de un cultivo en la rotación que ejerza esta función.

El efecto beneficioso del laboreo de conservación es independiente que el suelo sea arcilloso o franco arenoso, las diferencias se producen en la materia orgánica (Tabla 2), que aumenta más en el suelo arcilloso y el fósforo, que en cambio aumenta más en el suelo franco arenoso. El magnesio disminuye menos en el suelo franco arenoso.

Tabla 2. Efecto del manejo en dos suelos sobre diferentes parámetros químicos, después de 15 años de experimentación.

Determinaciones químicas	SUELO FRANCO-ARENOSO			SUELO ARCILLOSO			Efecto Labor	Efecto suelo
	Análisis 1987	Vertedera	No Labor	Análisis 1987	Vertedera	No Labor		
% Carbono	0,68	0,47b	0,55b	0,68	0,60b	0,76a	***	***
% M.O.	1,04	0,81b	0,96b	1,10	1,03b	1,33a	***	***
% Nitrógeno (1)	0,053	-6 %b	25%a	0,080	-5%b	14%a	***	ns
pH	7,35	7,40	7,32	7,25	7,35	7,15	ns	ns
Fósforo (ppm) (1)	715	19%a	22%a	236	-20%c	8%b	ns	***
Potasio (ppm) (1)	190	37%a	54%a	310	13%b	39%a	**	ns
Magnesio (ppm)	159	-39%b	-53%b	304	-9%a	-3%a	ns	***
Calcio (ppm) (1)	2965	5%	1%	6868	2%	1%	ns	ns

(1) Cuando las cantidades iniciales de los elementos químicos varían entre los suelos, se hace el estudio estadístico entre el porcentaje que varia sobre la determinación de partida, poniendo un signo (-) cuando ha habido pérdidas.

Discusión

Los resultados indican que en el suelo franco-arenoso, el no laboreo, al favorecer la agregación se recarga de más agua que el labrado (Giráldez, 1997), y esta pequeña ventaja permite que en los años que las precipitaciones de primavera se retrasen (98-99 y 01-02), el cultivo no sufra déficit hídrico haciendo que las producciones se dupliquen (01-02) e incluso se tripliquen como ocurrió el año 98-99.

En los suelos arcillosos aunque la mayor proporción de poros de 30 a 50 μ m es mayor en los suelos no labrados, la porosidad total es mayor en los suelos labrados (Giráldez, 1997), esta

mayor macroporosidad permite al cultivo un mejor establecimiento y por tanto poder explorar mayor volumen de suelo, así cuando los años tienen un invierno relativamente seco y una primavera seca, el cultivo sobre suelo labrado produce más, como ocurrió los años 88-89 y 96-97, que las producciones se duplicaron y triplicaron respectivamente. La mayor macroporosidad del suelo franco arenoso permite también que exista una mayor mineralización de la materia orgánica en estos suelos frente a los arcillosos.

Tanto en un suelo como en otro son 2 años de los 18 estudiados los que determinan las diferencias en las medias de producción entre manejos de suelo.

El aumento de la materia orgánica por efecto de no labrar el suelo y por dejar todos los residuos de la cosecha de la cebada, responde a lo esperado y coincide con lo observado por otros autores (López Fando & Bello, 1997; González Fernández, 1997 y Giráldez, 1997).

El aumento de fósforo asimilable en los suelos franco arenosos frente a los suelos arcillosos, se debe al mayor contenido en calcio en estos últimos que forman sales cálcicas no solubles. Con respecto a la disminución del magnesio en los suelos franco-arenosos, se debe al mayor lavado del anión nitrato en estos suelos. El anión nitrato se lixivia junto con los Ca^{2+} y Mg^{2+} , produciéndose un lavado de bases (González Fernández, 1997).

Se podía concluir que las producciones de cebada en monocultivo no varían de forma importante en función del suelo y de las labores en series largas de años, pero las diferencias por años pueden ser muy importantes por la diferente forma de gestionar las precipitaciones, Las propiedades químicas, en general, mejoran en los suelos arcillosos y en las técnicas de laboreo de conservación.

Agradecimientos

A la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha por la financiación del ensayo Demostración Permanente de Laboreo de Conservación y a Luis Martín de Eugenio y José Ramón Vadillo, por su dedicación a los trabajos experimentales de campo.

Referencias

Berenjena Herrera J. 1997. Efectos del Laboreo sobre el contenido de agua en el suelo En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 53-72. Eds. L García Torres y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.

Giráldez Cervera J V. 1997. Efectos de los diferentes sistemas de laboreo sobre las propiedades físicas del suelo. En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 53-72. Eds. L García Torres y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.

González Fernández P. 1997. Efectos del laboreo sobre la materia orgánica y las propiedades químicas del suelo. En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 41-48. Eds. L García Torres y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.

López Fando C, Bello A. 1997. Efectos de los sistemas de laboreo en la biología del suelo. En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 203-220. Eds. L García Torres y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.